



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RENATA DE ARAÚJO ALVES

**EFEITO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS NA QUALIDADE DE
HAMBÚRGUERES COM BAIXO TEOR DE GORDURA**

IMPERATRIZ

2019

RENATA DE ARAÚJO ALVES

EFEITO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS NA QUALIDADE DE
HAMBÚRGUERES COM BAIXO TEOR DE GORDURA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Virgínia Kelly Gonçalves Abreu.

IMPERATRIZ

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

ALVES, RENATA DE ARAÚJO.

EFEITO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS NA QUALIDADE DE
HAMBÚRGUERES COM BAIXO TEOR DE GORDURA / RENATA DE ARAÚJO
ALVES. - 2019.

45 p.

Orientador(a): VIRGÍNIA KELLY GONÇALVES ABREU.

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal
do Maranhão, IMPERATRIZ, 2019.

1. Avaliação sensorial. 2. Prebióticos. 3. Produtos
cárneos. 4. Redução de gordura. I. GONÇALVES ABREU,
VIRGÍNIA KELLY. II. Título.

RENATA DE ARAÚJO ALVES

EFEITO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS NA QUALIDADE DE
HAMBÚRGUERES COM BAIXO TEOR DE GORDURA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

APROVADO EM: ___/___/2019

Prof.^a Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof.^a Dra. Ana Lúcia Fernandes Pereira (Membro)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof.^a Dra. Tatiana de Oliveira Lemos (Membro)
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai todo poderoso, por me permitir trilhar os caminhos necessários para chegar até aqui, por não deixar que minhas fraquezas me derrubassem ou me diminuíssem, por me amparar por essa longa caminhada, e por me fazer entender que temos que lutar por tudo o que almejamos.

Aos meus pais, Raimundo Nonato Alves e Maria de Jesus Araújo Alves, por todo o suporte físico e emocional, por acreditarem que eu chegaria “lá”, e por não me deixarem desacreditar desse sonho nem por um dia. Em especial, agradeço a todos os “tenha um bom dia” que minha mãe direcionava a mim todos os dias ao eu sair de casa.

Às minhas irmãs, July Anne Alves e Mariana Alves, por sempre torcerem pela minha vitória, por acreditarem no meu potencial e por me darem tanta força, essa conquista é nossa.

À minha orientadora Professora Dra. Virgínia Kelly Gonçalves Abreu, por ter sido tão importante nessa caminhada, tão paciente, tão carismática, tão maravilhosa, por ter me ensinado tanto que a sua orientação se tornou um divisor de águas na minha vida acadêmica. Muito obrigada minha mãe linda científica.

À professora Dra. Ana Lúcia Fernandes Pereira, por tanto ensinamento, paciência, por sempre estar presente e disponível sempre que precisei.

Ao professor Dr. Alan Bezerra, à Professora Dra. Virlane Kelly Hunaldo e à professora Karuane Saturnino, por terem me proporcionado oportunidades maravilhosas de trabalhos e muitos ensinamentos.

Aos meus colegas do LACEP, em especial à minha dupla, Mayara Brilhante, por todo o caminho percorrido desde que nos encontramos em alguma disciplina por aí, pela força, pelos empurrões, pelos “vai dar certo”, por fazer dar certo, por ter sido tão parceira que se tornou uma amiga pra vida toda.

Aos meus amigos de jornada, Felipe Joseph, Anderson Rocha, Apolo Araújo, Gustavo Nascimento, Brenda Paiva, Pedro Ferreira e todos os outros que tornaram os dias mais divertidos e o caminho mais leve.

Em especial, à pessoa a qual eu mais sou grata desde que entrei nesse curso, meu melhor amigo Romário Campos. Muito obrigada por tudo, por me ajudar, por pegar na minha mão desde as aulas de GA, de biologia, de computação e em todas as outras sessenta e tantas disciplinas do curso, e até hoje. Obrigada por ter se tornado uma pessoa tão importante que eu recorro pra tudo que preciso, e que sempre está presente em qualquer momento. Agradeço às noites viradas, aos trabalhos compartilhados, ao ombro amigo quando eu chorava, às fórmulas, às formatações, as produções de trabalho, às coreografias, e por fazer tudo isso sempre de forma positiva e despertando muitas risadas.

À Universidade Federal do Maranhão pelo suporte, e a todos os professores, técnicos e demais colaboradores que fizeram parte dessa jornada.

Muito Obrigada!

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi elaborar hambúrgueres usando frutooligossacarídeos (FOS) como substituto de gordura animal. Para isso, quatro tratamentos (T1 - controle; T2 - com 50% de redução de gordura; T3 - com 50% de redução de gordura + 5% de FOS; T4 - com 50% de redução de gordura + 10% de FOS) foram produzidos. Os hambúrgueres foram avaliados quanto à composição centesimal, pH, atividade de água, oxidação lipídica, cor instrumental, qualidade de cozimento e avaliação sensorial. Para a composição centesimal, o tratamento T4 apresentou a menor umidade. Para o teor de lipídios, os tratamentos com redução de gordura (T2, T3 e T4) diferiram do tratamento T1. Para a oxidação lipídica, os tratamentos T3 e T4 apresentaram maiores valores ($p < 0,05$) que o tratamento T1. Para a qualidade de cozimento, o tratamento T4 apresentou o maior rendimento e a menor perda por cocção. Antes do cozimento, o valor de a^* do T3 diferiu dos demais tratamentos. Após o cozimento, os hambúrgueres do tratamento T4 apresentaram menores valores de L^* que os do tratamento T1. Embora a aceitação do sabor e da impressão global tenham sido reduzidos com o uso do FOS, as médias permaneceram dentro da região de aceitação. Para os consumidores, os hambúrgueres foram menos salgados e suculentos que o ideal. No entanto, apesar das diferenças observadas, a intenção de compra dos produtos permaneceu na região “positiva de compra”. Portanto, o FOS é uma alternativa para a substituição de gordura em hambúrgueres de carne bovina.

Palavras-chave: produtos cárneos, prebióticos, redução de gordura, sensorial

ABSTRACT

This study aimed to produce beef burgers using fructooligosaccharides (FOS) as a substitute for animal fat. Four treatments (T1 - control; T2 - with 50% fat reduction; T3 - with 50% fat reduction + 5% FOS; T4 - with 50% fat reduction + 10% FOS) were produced. The burgers were evaluated for proximate composition, pH, water activity, lipid oxidation, color, cooking characteristics, and sensory evaluation. For the proximate composition, T4 had the lowest the moisture. For lipids, the fat reduced treatments (T2, T3, and T4) differed of T1. For lipid oxidation, T3 and T4 had highest ($p<0.05$) values than T1. For the cooking characteristics, T4 had the highest yield and the lowest cooking loss. Before cooking, the redness of T3 differed from the other treatments. After cooking, the burgers of T4 had lower lightness than those of T1. Although flavor acceptance and overall liking reduced with the FOS, the scores remained within the acceptance region. For consumers, burgers were less salty and less juiciness. However, despite the observed differences the purchase intent of the products remained high. Therefore, FOS is an alternative for the fat replacement in beef burgers.

Keywords: meat products, prebiotics, fat reduction, sensory evaluation

SUMÁRIO

1. Introdução	11
2. Material e Métodos.....	13
2.1 Composição centesimal.....	13
2.2 Análises de pH	14
2.3 Atividade de água.....	14
2.4 Oxidação lipídica	14
2.5 Cor instrumental.....	15
2.6 Qualidade de cozimento.....	15
2.7 Avaliação Sensorial.....	16
2.8 Análise dos dados.....	16
3. Resultados e discussão.....	17
3.1 Composição Centesimal.....	17
3.2 pH, atividade de água e oxidação lipídica.....	19
3.3 Qualidade de cozimento	20
3.4 Cor Instrumental.....	22
3.5 Avaliação Sensorial.....	24
4. Conclusões	28
Agradecimentos	28
Referencias	28
Tabelas.....	35
Figuras	38
Anexo	39

1 **AUTORES**

2 Renata de Araujo Alves^a; Antonia Mayara Brilhante de Sousa^a, David Samuel Silva
3 Madeira^a; Ronária Moura Santos^a; Ana Lucia Fernandes Pereira^a; Virginia Kelly
4 Gonçalves Abreu^a.

5

6 ^aCurso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Centro de
7 Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia, 65.900-410, Imperatriz, Maranhão, Brazil, E-

8 mail: renaata_ alves@hotmail.com, mayarabrilhante.s@gmail.com,

9 david.samuel2014.1@gmail.com, ronaria.ms@gmail.com, anafernandesp@gmail.com,

10 vkellyabreu@gmail.com

11

12 * Corresponding author: Tel +55-99-981696263: E-mail anafernandesp@gmail.com

13 **1. Introdução**

14 A carne é um componente importante em uma dieta saudável e bem equilibrada
15 devido as suas características nutricionais. Ela é rica em proteínas de alto valor
16 biológico e micronutrientes, incluindo ferro, selênio, zinco e vitamina B12. No entanto,
17 os produtos cárneos em geral contêm quantidades elevadas de gorduras saturadas, sal e
18 colesterol, que podem ser potencialmente prejudiciais para o consumidor (Jiménez-
19 Colmenero, Carballo, & Confrades, 2001; Mao, Miao, Yuan, & Gao, 2018; Zhuang et
20 al., 2016).

21 Os produtos cárneos surgiram como forma de preservar a carne e atualmente são
22 elaborados com o objetivo oferecer ao consumidor novos sabores e texturas, bem como
23 de aproveitar cortes menos nobres. No seguimento de produtos a base de carne, o
24 hambúrguer é um dos mais populares, sendo apreciado especialmente por jovens. O
25 aumento no número de *fast-foods* e a facilidade e rapidez de preparo contribuem para o
26 consumo frequente desse produto (Afshari, Hosseini, Khaneghah, & Khaksar, 2017;
27 Lilic et al., 2015; Selani, Shirado, Margiotta, Saldaña, et al., 2016).

28 Nas últimas décadas, organizações de saúde têm recomendando limites para a
29 ingestão diária de gordura, o que aumentou consideravelmente, a demanda por produtos
30 com baixo teor desse constituinte. Contudo, modificar o conteúdo de gordura em
31 produtos cárneos é um desafio para a indústria, uma vez que, ela desempenha um papel
32 importante nas propriedades funcionais e sensoriais dos derivados cárneos. Uma
33 redução no seu teor pode provocar a diminuição da qualidade sensorial por afetar a
34 textura, a palatabilidade, a suculência e o sabor, levando a obtenção de produtos mais
35 firmes, mais secos, menos suculentos e menos saborosos que o produto padrão (Barbut,
36 Wood, & Marangoni, 2016; Campagnol, Santos, Wagner, Terra, & Pollonio, 2013;
37 Colmenero, 2000; Crehan, Hughes, Troy, & Buckley, 2000; Felisberto, Galvão, Picone,

38 Cunha, & Pollonio, 2015; Santos, Campagnol, Pacheco, & Pollonio, 2012; Turhan,
39 Sagir, & Ustun, 2005)

40 Em derivados cárneos, várias estratégias têm sido propostas para reduzir o teor
41 de gordura sem afetar substancialmente suas características (Afshari et al., 2017;
42 Almeida, Wagner, Mascarin, Zepka, & Campagnol, 2014; Faria et al., 2015; Jiménez-
43 Colmenero et al., 2010; Rodríguez-Carpena, Morcuende, & Estévez, 2012; Salazar,
44 García, & Selgas, 2009). Entre elas está o uso de fibras prebióticas como potenciais
45 substitutos de gordura. O interesse na aplicação de prebióticos como ingredientes
46 funcionais em produtos cárneos é devido à combinação de seus efeitos benéficos à
47 saúde com suas propriedades tecnológicas. A maioria dos prebióticos importantes em
48 alimentos são oligossacarídeos não digeríveis e dentre esses estão os
49 frutooligosacarídeos (FOS) (Cáceres, García, Toro, & Selgas, 2004; Felisberto et al.,
50 2015; Mendoza, García, Casas, & Selgas, 2001).

51 FOS é um nome genérico para todos os oligossacarídeos não digeríveis
52 compostos principalmente de frutose. São encontrados em vegetais, podem ser obtidos
53 pela hidrólise enzimática da inulina ou por reação de transfrutosilação em resíduos de
54 sacarose. São resistentes a hidrólise por enzimas digestivas, sendo utilizados
55 seletivamente por bactérias benéficas, estimulando seu crescimento e reduzindo as
56 contagens de bactérias indesejáveis. Seu consumo como parte da dieta pode contribuir
57 para inúmeros benefícios a saúde (Angiolillo, Conte, & Del Nobile, 2015; Cáceres et
58 al., 2004; Felisberto et al., 2015; Santos et al., 2012).

59 Além disso, FOS são ingredientes ideais para indústria de alimentos por terem
60 ampla aplicação, os FOS apresentam sabor neutro, estabilidade numa ampla faixa de pH
61 e temperatura, contribuem para o aumento de viscosidade, a melhoria da textura e da
62 capacidade de retenção de água. Seu uso tem sido avaliado em determinadas produtos

63 cárneos como salame e mortadela (Angiolillo et al., 2015; Felisberto et al., 2015; Santos
64 et al., 2012). Mas, apesar das propriedades amplamente favoráveis ao uso de FOS como
65 substituto de gordura em produtos cárneos, são poucos os trabalhos encontrados na
66 literatura com essa aplicação em hambúrgueres, o que abre então novas oportunidades
67 de pesquisa para a aplicação da substituição de gordura por prebióticos nesses produtos
68 tão populares.

69 Com isso, o objetivo do presente estudo foi elaborar hambúrgueres usando
70 frutooligossacarídeos (FOS) como substituto de gordura animal.

71

72 **2. Material e Métodos**

73 O experimento foi realizado por meio de delineamento inteiramente casualizado
74 com 4 tratamentos (T1 – contendo a quantidade regular de gordura; T2 – com redução
75 de 50% de gordura; T3 – com redução de 50% de gordura + 5% de FOS e T4 – com
76 redução de 50% de gordura + 10% de FOS) com cinco repetições por tratamento,
77 totalizando 20 observações.

78 Os hambúrgueres foram produzidos utilizando carne bovina e toucinho como
79 matéria-prima. Inicialmente, foram pesados todos os ingredientes e aditivos, seguida da
80 cominuição das matérias-primas em moedor (Beccaro PB 09 L I, Rio Claro, Brasil),
81 com disco de 6 mm e mistura dos ingredientes de acordo com cada tratamento (Tabela
82 1). Após a homogeneização, foram moldados hambúrgueres de aproximadamente 50 g,
83 sendo estes submetidos às análises de composição centesimal, pH, atividade de água,
84 teor de lipídeos, cor, qualidade de cozimento e avaliação sensorial.

85

86 **2.1 Composição centesimal**

87 Para a determinação do teor de umidade das amostras foi utilizado o método de
88 secagem por estufa. Para tanto, foram pesados aproximadamente 5 g das amostras de
89 hambúrguer. Os resultados em porcentagem de umidade foram obtidos pela diferença da
90 amostra úmida e amostra seca na estufa 105 °C por 18 horas. O teor de cinzas, proteínas
91 e lipídios foram determinados de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1997).
92 As cinzas foram obtidas usando mufla a 550 °C até peso constante. Para proteínas, após
93 determinação do teor de nitrogênio, este foi multiplicado pelo fator de 6,5. O teor de
94 lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente.

95

96 2.2 Análises de pH

97 O pH foi medido usando pHmetro (Biotech mPa210, Piracicaba, Brasil). Para
98 isso, 10 gramas de cada amostra triturada foram misturadas com 100 mL de água
99 destilada, seguida de leitura.

100

101 2.3 Atividade de água

102 A atividade de água foi determinada a 25°C pela medida direta da amostra
103 usando equipamento digital (Aqualab, 4TE, Pullman, USA).

104

105 2.4 Oxidação lipídica

106 A avaliação da oxidação lipídica dos hambúrgueres foi realizada de acordo com
107 a metodologia de Cherian, Selvaraj, Goeger, & Stitt, (2002) com modificações. Para tal,
108 foram pesados aproximadamente 2 g da amostra. Em seguida, adicionados 18 mL de
109 ácido tricloroacético (TCA) 7,5% (Sorensen & Jorgensen, 1996) e 50 µL de butilato de
110 hidroxitolueno (BHT) 4,5%. Depois, o conteúdo foi homogeneizado por 1 minuto. O
111 homogeneizado foi centrifugado (Solab SL-700, Piracicaba, Brasil) por 3 minutos a

112 3500 rpm e o sobrenadante foi filtrado em papel de filtro Whatman nº 1.
113 Posteriormente, 2 mL do filtrado foram colocados em tubo de ensaio, adicionando-se
114 em seguida 2 mL de solução aquosa 20 mM de ácido tiobarbitúrico (TBA). O branco foi
115 preparado com 2 mL de TCA e 2 mL de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-
116 maria (Solab, SL-150/10, Piracicaba, Brasil) a 90° C por 30 minutos e resfriados em
117 banho de gelo. A leitura da densidade óptica foi realizada em espectrofotômetro
118 (Biospectro, SP-220, Curitiba, Brasil) a 531 nm. O número de TBARS (substâncias
119 reativas ao ácido tiobarbitúrico) da amostra foi expresso como mg de malonaldeído
120 (MDA) por kg do produto cárneo (mg MDA/kg).

121

122 2.5 Cor instrumental

123 A determinação da cor foi realizada antes e após a cocção dos hambúrgueres,
124 utilizando espectrofotômetro (Minolta, CM2300D, Tokyo, Japão) operando no sistema
125 CIE, onde foram medidos três parâmetros: L* (luminosidade), a* (intensidade de
126 vermelho) e b* (intensidade de amarelo).

127

128 2.6 Qualidade de cozimento

129 A qualidade de cozimento foi determinada por meio do rendimento e da perda
130 por cocção e pela redução do diâmetro dos hambúrgueres. Para isso, foi realizada a
131 pesagem dos hambúrgueres e a medição do diâmetro antes da cocção. As amostras
132 foram então preparadas em grill elétrico doméstico (Suggar, Belo Horizonte, Brasil) por
133 4 minutos (2 de cada lado). Após a cocção, os hambúrgueres foram novamente pesados
134 e tiveram o diâmetro medido. O rendimento, a perda por cocção e a redução do
135 diâmetro foram calculados de acordo Angiolillo et al. (2015).

136

137 2.7 Avaliação Sensorial

138 A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade
139 Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil, sob o protocolo CAAE
140 55988116.9.0000.5087. A aceitação sensorial dos hambúrgueres foi realizada com 60
141 julgadores não treinados de ambos os sexos que assinaram o Termo de Consentimento
142 Livre Esclarecido. Foram selecionados os julgadores que gostavam e consumiam
143 hambúrgueres. Foi entregue a cada julgador, uma bandeja contendo as amostras
144 codificadas com números de três dígitos, acompanhadas de água. A avaliação foi
145 realizada em cabines individuais.

146 Os hambúrgueres foram avaliados quanto aos atributos cor, aparência, aroma,
147 sabor, textura e impressão global por meio de escala hedônica estruturada mista de 9
148 pontos, ancorada nos extremos pelos termos “gostei muitíssimo” e “desgostei
149 muitíssimo”. Os atributos suculência e gosto salgado foram avaliados por meio da
150 escala do ideal estruturada mista de 9 pontos, ancorada nos extremos pelos termos
151 “extremamente mais forte que o ideal” e “extremamente menos forte que o ideal”
152 (Stone e Sidel, 2004). A intenção de compra dos provadores foi avaliada, por meio de
153 escala estruturada mista de 5 pontos, ancorada nos extremos pelos termos “certamente
154 compraria” e “certamente não compraria”. Para avaliação sensorial, os hambúrgueres
155 foram preparados em chapa aquecida até atingir temperatura interna de 71 °C
156 (MEILGAARD et al., 1991).

157

158 2.8 Análise dos dados

159 A análise dos dados foi realizada utilizando-se o programa XLSTAT (Addinsoft
160 Paris, France), considerando o nível de 5% de probabilidade para significância. Os
161 dados físico-químicos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias

162 comparadas pelo teste SNK (Student Newman Keuls). Os dados sensoriais obtidos com
163 a escala hedônica foram avaliados por meio do teste não paramétrico de Friedman a 5%
164 de significância. Para os atributos “suculência” e “sabor salgado”, avaliados por meio da
165 escala do ideal, foram construídos histogramas para as regiões acima do ideal (valores
166 entre +1 a +4), ideal (0) e abaixo do ideal (valores entre -1 a -4). Para a intenção de
167 compra foram construídos histogramas para as regiões “negativa de compra” (valores 1
168 e 2), “indiferença” (valor 3) e “positiva de compra” (valores 4 e 5).

169

170 **3. Resultados e discussão**

171

172 3.1 Composição Centesimal

173 A composição centesimal dos hambúrgueres é apresentada na Tabela 2. A
174 umidade variou entre 69,83 e 74,77%. E em relação ao controle (T1), os tratamentos T2
175 e T4 apresentaram maior e menor umidade, respectivamente. A maior umidade de T2
176 pode ser explicada pela relação inversa que o conteúdo de gordura tem com a umidade
177 nos alimentos. Já no tratamento T4, a inclusão de 10% de FOS elevou o conteúdo de
178 sólidos dos hambúrgueres, a ponto de afetar a umidade. Resultado semelhante foi
179 reportado por Santos et al. (2012) ao utilizar FOS como substituto de gordura em
180 embutido cárneo fermentado cozido. Em relação ao controle, os autores encontraram
181 menor umidade nos tratamentos adicionados 6% e 9% de FOS e maior umidade no
182 tratamento apenas reduzido de gordura. Outros autores também relatam variações na
183 fração de umidade em diferentes tipos de produtos cárneos (salsicha, hambúrguer e
184 patê) com redução de gordura e adição de substituto (Almeida et al., 2014; Carvalho et
185 al., 2019; Poyato, Astiasarán, Barriuso, & Ansorena, 2015; Rodriguez Furlán, Padilla, &
186 Campderrós, 2014; Sousa et al., 2017).

187 O teor de lipídios variou entre 3,73 e 6,41% e, como já era esperado, os
188 tratamentos reduzidos de gordura (T2, T3 e T4) apresentaram menor percentual em
189 relação ao tratamento controle (T1) (Tabela 2). Assim, uma redução de 50% na
190 quantidade de toucinho refletiu em uma redução média de 33,54% no conteúdo final de
191 lipídios dos hambúrgueres. Outros autores (Almeida et al., 2014; Faria et al., 2015; Gök,
192 Akkaya, Obuz, & Bulut, 2011; Poyato et al., 2015; Selani, Shirado, Margiotta, Saldaña,
193 et al., 2016; Sousa et al., 2017) também reportaram reduções no teor de lipídios, com
194 percentuais variando entre 20 e 49%, quando o conteúdo de gordura da formulação foi
195 reduzido pela metade em produtos como hambúrguer, salsicha e mortadela. Essa
196 diferença observada no percentual de redução entre os diversos estudos pode ser
197 explicada em função do conteúdo de gordura presente nos cortes de carne e nos
198 substitutos usados na elaboração desses produtos. No caso do presente estudo, pode
199 estar relacionado ao teor de gordura presente no corte de carne utilizado.

200 No que se refere ao teor de proteínas, este variou entre 13,75 e 20,30% (Tabela
201 2) e o menor valor observado no tratamento controle (T1), o que pode ser devido ao
202 percentual de carne presente na formulação, uma vez que, com a redução de gordura a
203 quantidade de carne foi ajustada. A variação no percentual de proteínas também foi
204 observado por Faria et al. (2015), Rodriguez Furlán et al. (2014) e Turhan et al. (2005)
205 em mortadela, patê e hambúrguer reduzido de gordura. Quanto ao teor de cinzas não
206 houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos avaliados (Tabela 2).
207 Alguns autores mencionaram um aumento no percentual de cinzas com a inclusão de
208 substitutos como celulose amorfa (Faria et al., 2015), farinha de banana verde (Alves et
209 al., 2016), fibra de soja (Campagnol et al., 2013) e inulina e plasma bovino (Rodriguez
210 Furlán et al., 2014). No entanto, no presente estudo a inclusão de FOS não afetou o
211 percentual desse constituinte nas amostras de hambúrguer.

212

213 3.2 pH, atividade de água e oxidação lipídica

214 Na Tabela 3 encontram-se os valores obtidos para as análises de pH, atividade
215 de água (Aa) e oxidação lipídica (valores de TBARS) dos hambúrgueres. No que se
216 refere ao pH e Aa, os tratamentos não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si.
217 Desta forma, a retirada de gordura e a adição de 5% ou 10% de FOS não influenciaram
218 esse parâmetros dos hambúrgueres, sendo este resultado positivo, por não afetar a
219 estabilidade dos mesmos.

220 Os valores de pH variaram de 5,93 a 6,01 e estão próximos aos encontrados por
221 Gök et al. (2011) e Carvalho et al. (2019) que também não observaram mudanças no pH
222 dos hambúrgueres reduzidos de gordura e adicionados de semente de papoula e fibra de
223 trigo como substitutos, respectivamente. Já Hautrive et al. (2019) reportaram valores de
224 pH superiores ao do controle em hambúrgueres contendo quitosana, farinha de linhaça
225 dourada ou farinha de linhaça desengordurada. Em relação a Aa, Alves et al. (2016),
226 Menegas, Pimentel, Garcia e Prudencio (2013) e Guedes-Oliveira, Salgado, Costa-lima,
227 Guedes-Oliveira e Conte-junior (2016) também não observaram diferença significativa
228 para a Aa ao substituírem a gordura por pele de suína e farinha de banana verde em
229 mortadela, por inulina em linguiça de frango e por fibra de caju em hambúrguer de
230 frango, respectivamente.

231 Quanto a oxidação lipídica, os tratamentos que continham FOS (T3 e T4)
232 diferiram significativamente ($p < 0,05$) do controle (T1), apresentando valor superior a
233 este, sendo o maior valor observado no tratamento que continha 10% de FOS (Tabela
234 3). Assim, o resultado sugere um aumento da oxidação lipídica com a inclusão de FOS
235 nos hambúrgueres. No entanto, é importante resaltar que, apesar do aumento observado,
236 todos os valores encontrados no presente estudo estão abaixo de 1,0 mg de MDA/Kg do

237 produto, sendo este o limite tolerável para a rancidez oxidativa em alimentos (Rather et
238 al., 2016).

239 Diferente do resultado obtido no presente estudo, Santos et al. (2012), não
240 observaram efeito da adição de FOS como substituto de gordura na oxidação lipídica de
241 embutido fermentado cozido. Os autores encontraram menores valores de TBARS (no
242 dia 0) para os tratamentos contendo 3, 6 e 9% de FOS em relação ao tratamento
243 controle. São escassos na literatura os trabalhos que avaliam a oxidação em produtos
244 cárneos com redução de gordura usando FOS como substituto. Assim, sua influência
245 sobre os valores de TBARS precisam ser melhor avaliados.

246 Poyato et al. (2015) avaliando o uso de emulsão gelatinosa de carragena como
247 substituto de gordura, observaram que as formulações com 75 e 100% de substituição
248 apresentaram menores valores de TBARS que o tratamento controle. Já Hautrive et al.
249 (2019) ao substituírem a gordura por quitosana e farinha de linhaça dourada (integral e
250 desengordurada), verificaram que a inclusão da farinha de linhaça aumentou a oxidação
251 lipídica e os maiores valores de TBARS foram encontrados nos hambúrgueres
252 formulados com a farinha integral. Por sua vez, Selani, Shirado, Margiotta, Rasera, et
253 al. (2016), utilizando subproduto de abacaxi e óleo de canola como substituto, não
254 encontraram diferença significativa entre as formulações no produto recém processado
255 (dia 0) e somente após 60 dias de armazenamento os tratamentos contendo óleo de
256 canola apresentaram valores elevados de oxidação. Sendo assim, os resultados são um
257 indicativo de que o comportamento da oxidação lipídica em hambúrgueres pode ser
258 influenciado pelo tipo de substituto de gordura usado.

259

260 3.3 Qualidade de cozimento

261 Em relação a qualidade de cozimento, o tratamento com redução de gordura e
262 adição de 10% de FOS (T4) apresentou o maior rendimento e, conseqüentemente, a
263 menor perda entre os tratamentos avaliados (Tabela 3). Desta forma, a inclusão de 10%
264 de FOS interferiu positivamente no rendimento e na perda de peso dos hambúrgueres,
265 aumentando a retenção de água durante a cocção. Quanto a redução do diâmetro não
266 houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos, demonstrando que a
267 redução de gordura e a inclusão de FOS não tiveram influência sobre esse parâmetro.

268 Esse resultado está de acordo com outros autores que também reportaram
269 aumento de rendimento (Afshari et al., 2017; Bastos et al., 2014; Gök et al., 2011;
270 Guedes-Oliveira et al., 2016; Hautrive et al., 2019) e redução de perda (Selani, Shirado,
271 Margiotta, Saldaña, et al., 2016; Turhan et al., 2005) em hambúrgueres com o uso de
272 diversos tipos de substituto de gordura. O comportamento observado é devido ao
273 aumento da retenção de água provocada pela presença do substituto. No presente
274 estudo, a formulação contendo 10% de FOS apresentou percentual de rendimento
275 superior aos citados por todos esses autores, indicando um bom desempenho dessa fibra
276 prebiótica em relação à qualidade de cozimento dos hambúrgueres.

277 No entanto, diferente do presente estudo, os autores acima citados observaram
278 menor encolhimento dos hambúrgueres durante a cocção, ou seja, a redução do
279 diâmetro foi menor em tratamentos que continham o substituto. Desta forma, apesar da
280 redução de diâmetro não ter variado de forma significativa ($p>0,05$) entre os
281 tratamentos avaliados, os valores obtidos no presente estudo (10,53 – 14,98%) foram
282 inferiores aos reportados por Carvalho et al. (2019) (16,85 – 25,57%), Selani, Shirado,
283 Margiotta, Saldaña, et al. (2016) (18,79 – 27,58%) e Turhan et al. (2005) (20,11 –
284 27,06%) que apresentaram maior percentual de encolhimento ao substituírem a gordura

285 em hambúrguer por fibra de trigo, subproduto de abacaxi e canola e película de avelã,
286 respectivamente.

287

288 3.4 Cor Instrumental

289 Os valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de
290 amarelo (b^*) dos hambúrgueres antes e após a cocção são mostrados na Tabela 4. A
291 redução de gordura e adição de FOS, não afetou a luminosidade (L^*) dos hambúrgueres
292 antes da cocção. A cor é um dos principais parâmetros de qualidade que leva à aquisição
293 e à aceitação de produtos cárneos pelo consumidor (Bastos et al., 2014). Portanto, o
294 resultado obtido para a luminosidade (L^*) das amostras pode ser considerado positivo.
295 Gök et al. (2011) também não observaram mudança nos valores de L^* ao usarem
296 semente de papoula como substituto de gordura em hambúrgueres. Os autores
297 encontraram valores de luminosidade (L^*) entre 41,6 e 44,1, sendo estes similares aos
298 obtidos no presente estudo. No entanto, outros trabalhos (Hautrive et al., 2019; Selani,
299 Shirado, Margiotta, Saldaña, et al., 2016; Turhan et al., 2005) relatam que a remoção da
300 gordura em hambúrgueres resulta em um escurecimento da cor devido a redução da
301 luminosidade (L^*).

302 Com o cozimento, os hambúrgueres do tratamento com redução de gordura e
303 adição de 10% de FOS (T4) apresentaram menor luminosidade (L^*) que os
304 hambúrgueres do tratamento controle (T1) e do tratamento apenas reduzido de gordura
305 (T2) (Tabela 4). Assim, a adição de 10% de FOS deixou as amostras mais escuras. Essa
306 cor mais escura dos hambúrgueres do tratamento T4 pode ser devido à reação de
307 escurecimento não-enzimático durante o cozimento, que foi favorecida pela maior
308 concentração de FOS nesse tratamento. Bastos et al. (2014) também reportaram uma
309 diminuição de L^* em amostras cozidas de hambúrgueres reduzidos de gordura e

310 adicionados de diferentes substitutos. Já Santos et al. (2012) observaram uma redução
311 de L* com a inclusão de 3, 6 e 9% de FOS em embutido fermentado cozido ao final do
312 processamento (dia 0).

313 Quanto à intensidade de vermelho (a*) houve diferença significativa ($p < 0,05$)
314 entre os tratamentos antes da cocção. Os hambúrgueres com redução de gordura e
315 adição de 5% de FOS (T3) apresentaram maior valor de a* que os hambúrgueres dos
316 demais tratamentos, mas após a cocção os valores de a* não variaram (Tabela 4). O
317 valor de a* é o componente de cor mais importante para se avaliar a coloração da carne
318 e dos produtos cárneos. Sua diminuição pode indicar uma descoloração do produto
319 tornando-o inaceitável para o consumidor (Kim, Cho, & Han, 2013). Assim, no presente
320 estudo o maior valor de a* observado no tratamento T3 pode ser considerado positivo,
321 uma vez que, a coloração vermelha em produtos frescos é preferida pelos consumidores.
322 Para a intensidade de amarelo (b*), não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$)
323 nem antes nem após o cozimento, indicando que a redução de gordura e a inclusão de
324 FOS não influenciaram esse componente da cor.

325 Resultado similar foi reportado por Santos et al. (2012) ao utilizarem FOS como
326 substituto de gordura em embutido fermentado cozido. Os autores não observaram
327 variação nos valores de a* e b* entre os tratamentos ao final do processamento (dia 0).
328 Gök et al. (2011), avaliando a substituição de gordura por semente de papoula em
329 hambúrgueres, também não encontraram diferença significativa para os valores de a*
330 após a cocção. No entanto, diferente do observado neste estudo, os valores de a* antes
331 do cozimento não variaram e os valores de b* aumentaram com a substituição, tanto nos
332 hambúrgueres crus como nos cozidos. Já Selani, Shirado, Margiotta, Saldaña, et al.
333 (2016), não observaram diferença entre os tratamentos para os valores de b* antes e
334 após a cocção, o que está de acordo com o presente estudo. Porém, os valores de a*

335 diminuíram em relação ao controle, tanto no produto cru quanto no cozido, quando o
336 subproduto de abacaxi e a combinação deste com óleo de canola foram usados na
337 substituição da gordura. Outros trabalhos também reportaram mudanças nos valores de
338 a^* e b^* em produtos crus (Hautrive et al., 2019; Turhan et al., 2005; Yilmaz &
339 Dağlioğlu, 2003) e cozidos (Almeida et al., 2014; Bastos et al., 2014; Rather et al.,
340 2016) quando a gordura foi substituída.

341

342 3.5 Avaliação Sensorial

343 O resultado de aceitação dos atributos sensoriais são apresentados na Tabela 5.
344 As médias ficaram entre 7,35 e 8,18, ou seja, entre os termos “gostei moderadamente” e
345 “gostei muitíssimo” da escala hedônica. Indicando que de maneira geral houve boa
346 aceitação dos hambúrgueres por parte dos consumidores, independentemente do seu
347 teor de gordura e da quantidade de FOS.

348 Não houve diferença significativa para aceitação dos atributos cor, aparência,
349 aroma e textura (Tabela 5). Desta forma, as mudanças de cor detectadas pela avaliação
350 instrumental (Tabela 4) não influenciaram a aceitação desse atributo sensorial, uma vez
351 que, os consumidores atribuíram aos tratamentos o mesmo nível de aceitabilidade.
352 Quanto a aceitação do sabor e da impressão global, houve diferença significativa
353 ($p < 0,05$) entre os tratamentos avaliados. Em relação ao sabor, os hambúrgueres que
354 continham FOS (T3 e T4) tiveram uma menor aceitação quando comparados aos do
355 controle (T1). Já para a impressão global, os hambúrgueres com redução de gordura e
356 adição de 10% de FOS (T4) apresentaram menor aceitação que os hambúrgueres do
357 controle (T1). No entanto, é importante salientar que apesar da redução observada em
358 relação ao controle (T1), para essas duas características sensoriais, as notas dos

359 tratamentos T3 e T4 permaneceram na zona de aceitação da escala hedônica que
360 compreende os valores entre 6 e 9.

361 O sabor está entre as características sensoriais que podem ser afetadas pela
362 redução de gordura em derivados cárneos e esses produtos passam a ser percebidos
363 como menos saborosos (Campagnol et al., 2013; Turhan et al., 2005). Desta forma, a
364 redução por si só poderia afetar essa característica dos hambúrgueres. Mas no presente
365 estudo a combinação de redução com inclusão de FOS foi percebida pelo consumidor,
366 levando a uma diminuição da média desses dois tratamentos (T3 e T4). Isso pode está
367 relacionado ao leve gosto adocicado que essa fibra prebiótica pode apresentar (Pollonio,
368 2011). Como consequência, a impressão global também foi afetada e o tratamento T4,
369 por ter maior concentração de FOS, teve menor aceitação em relação aos hambúrgueres
370 sem redução (T1). Mas, apesar da diminuição nas médias hedônicas desses dois
371 atributos, as mesmas permaneceram na região de aceitação. Ajustes na formulação
372 quanto a condimentação podem ser uma alternativa para minimizar esse possível efeito
373 do FOS.

374 Santos et al. (2012), avaliando o uso de FOS em embutido fermentado cozido,
375 obtiveram médias para os atributos sensoriais variando entre 5,43 e 6,55 ao final do
376 processamento (dia 0), estando bem abaixo das médias obtidas no presente estudo. Os
377 autores não encontraram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto a
378 aceitação da cor e do aroma, o que está de acordo com o observado para os
379 hambúrgueres no presente estudo. Porém, diferente do presente estudo, a aceitação do
380 atributo sabor não variou entre os tratamentos e a inclusão de 3, 6 e 9% de FOS não
381 afetou a aceitação da impressão global dos embutidos em relação ao controle. Cáceres et
382 al. (2004) avaliando o uso de FOS como substituto de gordura em mortadela, não
383 observaram diferença na aceitação dos atributos sensoriais ao usarem uma redução de

384 40% de gordura com inclusão de 2 a 12% de FOS. O uso de FOS como substituto de
385 gordura também foi avaliado por Salazar et al. (2009) em embutido fermentado seco. Os
386 autores não observaram diferença na aceitação dos atributos sensoriais com a redução
387 de 6 e 15% da gordura e inclusão de 2, 4 e 6% de FOS, contudo as médias para os
388 atributos sabor (6,48-7,45) e impressão global (7,43-8,05) ficaram abaixo das obtidas no
389 presente estudo. O fato de não ter obtido diferença pode ser decorrente de serem
390 produtos mais condimentados que o hambúrguer.

391 Uma diminuição na aceitação do sabor e da impressão global de hambúrgueres
392 também foi reportada por outros autores (Afshari et al., 2017; Carvalho et al., 2019;
393 Hautrive et al., 2019; Turhan et al., 2005) ao testarem diferentes tipos de substituto de
394 gordura.

395 Para avaliar a influencia do FOS sobre o gosto salgado e a suculência dos
396 hambúrgueres foi aplicada a escala do ideal. Quanto ao gosto salgado (Figura 1A), o
397 maior percentual de frequência na região “ideal” foi observado para o tratamento
398 controle (T1), o único que obteve mais de 70% na região do “ideal. Com a redução de
399 gordura e a adição de FOS o percentual na região do ideal caiu, sendo o menor valor
400 observado para o tratamento T4 que continha 10% de FOS. Houve também um aumento
401 no percentual de frequência na região “abaixo do ideal”, especialmente para os
402 tratamentos T3 e T4, em que 35 e 43% dos julgadores identificaram as amostras como
403 menos salgadas que o ideal, respectivamente. Essa menor percepção do gosto salgado
404 pode explicar os menores valores de aceitação do sabor (tratamentos T3 e T4) e da
405 impressão global (tratamento T4) dos hambúrgueres (Tabela 5). Como mencionado
406 anteriormente, o FOS pode apresentar um gosto levemente adocicado e pode ter
407 contribuído para essa menor percepção do gosto salgado por parte dos consumidores.

408 Em relação a suculência (Figura 1B), a redução de gordura e inclusão de FOS
409 promoveram uma diminuição do percentual de frequência na região “do ideal” em
410 comparação ao controle (T1). Além disso, houve um aumento do percentual de
411 frequência na região do “abaixo do ideal”, sendo o maior valor observado para o
412 tratamento T3. Assim, 40% dos consumidores classificaram os hambúrgueres do
413 tratamento T3 como menos suculentos que o ideal. O tratamento T4 foi o que obteve o
414 maior rendimento e a menor perda na cocção (Tabela 3), indicando que houve uma
415 maior retenção de água nos hambúrgueres durante o processo de cozimento. No entanto,
416 essa maior retenção de água não foi percebida como maior suculência pelos
417 consumidores, uma vez que, todos os tratamentos com redução de gordura tiveram
418 menor percentual de frequência que o controle para a “região do ideal”. A suculência é
419 uma característica relacionada a textura e apesar dessa aparente diminuição da
420 suculência, percebida pelos consumidores nos tratamentos reduzidos de gordura, a
421 textura dos hambúrgueres não foi afetada (Tabela 5), pois os tratamentos apresentaram
422 o mesmo nível de aceitabilidade. Uma redução da aceitação da suculência em
423 hambúrgueres reduzidos de gordura também foi reportada por Carvalho et al. (2019),
424 quando o maior percentual de fibra de trigo foi usado (6,25%), e por Turhan et al.
425 (2005) ao incluírem 4 e 5% de película de avelã.

426 Para a intenção de compra o maior percentual de frequência (93,33%) na
427 categoria “positiva de compra” foi observado para o tratamento controle (T1) (Figura
428 2). Com a redução de gordura e a adição de FOS o percentual na categoria “positiva de
429 compra” caiu. Mas os valores obtidos para os tratamentos T2 (80,00%), T3 (76,67%) e
430 T4 (70,00%) ficaram bem próximos. Assim, apesar das mudanças observadas nas
431 características sensoriais em função da substituição da gordura, a intenção de compra
432 permaneceu alta e pelo menos 70,00% dos consumidores comprariam os hambúrgueres

433 reduzidos de gordura contendo ou não FOS. Guedes-Oliveira et al. (2016), avaliando a
434 substituição da gordura por fibra de caju, reportaram valores de intenção de compra
435 variando entre 74 e 79%, estando esses valores próximos aos obtidos para os tratamento
436 T2, T3 e T4.

437

438 **4. Conclusões**

439 Os resultados do presente estudo demonstraram ser viável a elaboração de
440 hambúrgueres com redução de gordura contendo 5% ou 10% de frutooligossacarídeos
441 (FOS) como substituto. As mudanças observadas na composição centesimal e nas
442 características físico-químicas pouco afetaram os atributos sensoriais dos hambúrgueres.
443 Embora a aceitação do sabor e da impressão global tenham reduzido com a inclusão de
444 FOS, as notas permaneceram dentro da região de aceitação. Para os consumidores, os
445 hambúrgueres pareciam menos salgados e menos suculentos que o ideal. Mas, apesar
446 das diferenças observadas, a intenção de compra do produto permaneceu na região
447 positiva de compra

448 . Sendo assim, o FOS pode ser indicado como alternativa para a substituição de
449 gordura nesse tipo de produto cárneo.

450

451 **Agradecimentos**

452 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
453 pelo financiamento da pesquisa e pelas bolsas concedidas. A Fundação de Amparo à
454 Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pela
455 bolsa concedida.

456

457 **Referencias**

458 Afshari, R., Hosseini, H., Khaneghah, A. M., & Khaksar, R. (2017). Physico-chemical
459 properties of functional low-fat beef burgers : Fatty acid profile modification. *LWT*
460 - *Food Science and Technology*, 78, 325–331.
461 <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.054>

462 Almeida, C. M., Wagner, R., Mascarin, L. G., Zepka, L. Q., & Campagnol, P. C. B.
463 (2014). Production of low-fat emulsified cooked sausages using amorphous
464 cellulose gel. *Journal of Food Quality*, 37, 437–443.

465 Alves, L. A. A. dos S., Lorenzo, J. M., Gonçalves, C. A. A., Santos, B. A. dos, Heck, R.
466 T., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2016). Production of healthier bologna
467 type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. *Meat*
468 *Science*, 121, 73–78. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.001>

469 Angiolillo, L., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2015). Technological strategies to
470 produce functional meat burgers. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1),
471 697–703. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.021>

472 AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official*
473 *methods of analysis*. Arlington, 1997. (v. 1 e v. 2).

474 Barbut, S., Wood, J., & Marangoni, A. (2016). Potential use of organogels to replace
475 animal fat in comminuted meat products. *Meat Science*, 122, 155–162.
476 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.003>

477 Bastos, S. C., Pimenta, M. E. S. G., Pimenta, C. J., Reis, T. A., Nunes, C. A., Pinheiro,
478 A. C. M., ... Leal, R. S. (2014). Alternative fat substitutes for beef burger:
479 technological and sensory characteristics. *Journal of Food Science and*
480 *Technology*, 51(September), 2046–2053. [http://doi.org/10.1007/s13197-013-1233-](http://doi.org/10.1007/s13197-013-1233-2)
481 2

482 Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of

483 fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat*
484 *Science*, 68(1), 87–96. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.02.008>

485 Campagnol, P. C. B., Dos Santos, B. A., Wagner, R., Terra, N. N., & Pollonio, M. A. R.
486 (2013). The Effect of Soy Fiber Addition on the Quality of Fermented Sausages at
487 Low-Fat Content. *Journal of Food Quality*, 36(1), 41–50.
488 <http://doi.org/10.1111/jfq.12013>

489 Carvalho, L. T., Pires, M. A., Baldin, J. C., Munekata, P. E. S., Carvalho, F. A. L. de,
490 Rodrigues, I., ... Trindade, M. A. (2019). Partial replacement of meat and fat with
491 hydrated wheat fiber in beef burgers decreases caloric value without reducing the
492 feeling of satiety after consumption. *Meat Science*, 147(August 2018), 53–59.
493 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.010>

494 Cherian, G., Selvaraj, R. K., Goeger, M. P., & Stitt, P. a. (2002). Muscle fatty acid
495 composition and thiobarbituric acid-reactive substances of broilers fed different
496 cultivars of sorghum. *Poultry Science*, 81(9), 1415–1420.

497 Colmenero, F. J. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat
498 products. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 56–66.

499 Crehan, C. M., Hughes, E., Troy, D. J., & Buckley, D. J. (2000). Effects of fat level and
500 maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5 , 12 and
501 30 % fat. *Meat Science*, 55, 463–469.

502 Faria, M. de O., Cipriano, T. M., Cruz, A. G. da, Santos, B. A. dos, Pollonio, M. A. R.,
503 & Campagnol, P. C. B. (2015). Properties of bologna-type sausages with pork
504 back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose. *Meat Science*, 104, 44–
505 51. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.02.002>

506 Felisberto, M. H. F., Galvão, M. T. E. L., Picone, C. S. F., Cunha, R. L., & Pollonio, M.
507 A. R. (2015). Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and

508 microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *LWT - Food*
509 *Science and Technology*, 60(1), 148–155. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.004>

510 Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E., & Bulut, S. (2011). Effect of ground poppy seed as a fat
511 replacer on meat burgers. *Meat Science*, 89(4), 400–404.
512 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.032>

513 Guedes-Oliveira, J. M., Salgado, R. L., Costa-lima, B. R. C., Guedes-oliveira, J., &
514 Conte-junior, C. A. (2016). Washed cashew apple fi ber (*Anacardium occidentale*
515 L .) as fat replacer in chicken patties. *LWT - Food Science and Technology*, 71,
516 268–273. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.005>

517 Hautrive, T. P., Piccolo, J., Rodrigues, A. S., Cezar, P., Campagnol, B., & Kubota, E. H.
518 (2019). Effect of fat replacement by chitosan and golden flaxseed flour (
519 wholemeal and defatted) on the quality of hamburgers. *LWT - Food Science and*
520 *Technology*, 102(August 2018), 403–410. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.025>

521 Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., & Conrades, S. (2001). Healthier meat and meat
522 products : their role as functional foods. *Meat Science*, 59, 5–13.

523 Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., López-López, I., Ruiz-Capillas, C., Pintado, T., &
524 Solas, M. T. (2010). Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat,
525 low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. *Meat*
526 *Science*, 84(3), 356–63. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.002>

527 Kim, S. J., Cho, A. R., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of
528 leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation.
529 *Food Control*, 29(1), 112–120. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.060>

530 Lilic, S., Brankovic, I., Koricanac, V., Vranic, D., Spalevic, L., Pavlovic, M., &
531 Lakicevic, B. (2015). Reducing Sodium Chloride Content in Meat Burgers by
532 Adding Potassium Chloride and Onion. *Procedia Food Science*, 5, 164–167.

533 <http://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.047>

534 Mao, L., Miao, S., Yuan, F., & Gao, Y. (2018). Study on the textural and volatile
535 characteristics of emulsion filled protein gels as influenced by different fat
536 substitutes. *Food Research International*, 103(17), 1–7.
537 <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.024>

538 Meilgaard, M.; Civile, G. V.; Carr, B. T. *Sensory evaluation techniques*. 2. Edição.
539 Editora CRC Press, Nova York. 354 p. 1991.

540 Mendoza, E., García, M. L., Casas, C., & Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute
541 in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57(4), 387–393.
542 [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00116-9](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00116-9)

543 Menegas, L. Z., Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2013). Dry-fermented
544 chicken sausage produced with inulin and corn oil : Physicochemical ,
545 microbiological , and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat*
546 *Science*, 93(3), 501–506. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.003>

547 Pollonio, M. A. . (2011). Produtos cárneos adicionados de fibras prébioticas e não
548 prébioticas como substituto de gordura. In S. M. I. Saad, A. G. da Cruz, & J. de A.
549 F. Faria (Eds.), *Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações*
550 *tecnológicas* (pp. 423–451). São paulo: Varela.

551 Poyato, C., Astiasarán, I., Barriuso, B., & Ansorena, D. (2015). A new polyunsaturated
552 gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid
553 composition , oxidative stability and sensory acceptability. *LWT - Food Science*
554 *and Technology*, 62, 1069–1075. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.02.004>

555 Rather, S. A., Masoodi, F. A., Akhter, R., Gani, A., Wani, S. M., & Malik, A. H.
556 (2016). Effects of guar gum as fat replacer on some quality parameters of mutton
557 goshtaba , a traditional Indian meat product. *Small Ruminant Research*, 137, 169–

558 176. <http://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.013>

559 Rodríguez-Carpena, J. G., Morcuende, D., & Estévez, M. (2012). Avocado , sun fl ower
560 and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid
561 composition , oxidative stability and quality traits. *MESCI*, *90*(1), 106–115.
562 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.007>

563 Rodríguez Furlán, L. T., Padilla, A. P., & Campderrós, M. E. (2014). Development of
564 reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers.
565 *Meat Science*, *96*(1), 762–768. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.015>

566 Salazar, P., García, M. L., & Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides
567 as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat
568 levels. *International Journal of Food Science and Technology*, *44*(6), 1100–1107.
569 <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01923.x>

570 Santos, B. A. dos, Campagnol, P. C. B., Pacheco, M. T. B., & Pollonio, M. A. R.
571 (2012). Fructooligosaccharides as a fat replacer in fermented cooked sausages.
572 *International Journal of Food Science and Technology*, *47*(6), 1183–1192.
573 <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02958.x>

574 Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Rasera, M. L., Marabesi, A. C.,
575 Piedade, S. M. S., ... Canniatti-brazaca, S. G. (2016). Pineapple by-product and
576 canola oil as partial fat replacers in low-fat beef burger : Effects on oxidative
577 stability , cholesterol content and fatty acid pro fi le. *Meat Science*, *115*, 9–15.
578 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.01.002>

579 Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade,
580 S. M. S., ... Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). Effects of pineapple byproduct and
581 canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef
582 burger. *Meat Science*, *112*, 69–76. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>

583 Sorensen, G., & Jorgensen, S. S. (1996). A critical examination of some experimental
584 variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat
585 products. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung*, 202(3),
586 205–210. <http://doi.org/10.1007/BF01263541>

587 Sousa, S. C., Fragoso, S. P., Penna, C. R. A., Arcanjo, N. M. O., Silva, F. A. P.,
588 Ferreira, V. C. S., ... Araújo, Í. B. S. (2017). Quality parameters of frankfurter-
589 type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. *LWT - Food*
590 *Science and Technology*, 76, 320–325. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>

591 Stone, H.; Sidel, J. L. *Sensory evaluation practices*. 3. ed. New York: Academic Press.
592 2004. 408 p.

593 Turhan, S., Sagir, I., & Ustun, N. S. (2005). Utilization of hazelnut pellicle in low-fat
594 beef burgers. *Meat Science*, 71(2), 312–316.
595 <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.027>

596 Yilmaz, I., & Dağlıoğlu, O. (2003). The effect of replacing fat with oat bran on fatty
597 acid composition and physicochemical properties of meatballs. *Meat Science*,
598 65(2), 819–823. [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00286-3](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00286-3)

599 Zhuang, X., Han, M., Kang, Z., Wang, K., Bai, Y., Xu, X., & Zhou, G. (2016). Effects
600 of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter
601 physicochemical property , texture , and microstructure. *Meat Science*, 113, 107–
602 115. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.11.007>

603

604

605

606

607

TABELAS

608

609 Tabela 1 – Formulações utilizadas para obtenção dos hambúrgueres sem e com
610 substituição parcial da gordura por frutooligossacarídeo (FOS).

Matérias-primas	T1	T2	T3	T4
	(%)			
Carne bovina	93,00	96,50	96,50	96,50
Gordura suína	7,00	3,5	3,5	3,5
Ingredientes e aditivos	(%)			
Sal	1,50	1,50	1,50	1,50
Gelo	10,00	10,00	10,00	10,00
Fécula de mandioca	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,10	0,10	0,10	0,10
Pasta de alho	0,10	0,10	0,10	0,10
Pasta de cebola	0,10	0,10	0,10	0,10
Glutamato monossódico	0,10	0,10	0,10	0,10
Tripolifosfato de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30
Frutooligossacarídeo	-	-	5,00	10,00

611 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
612 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS.

613

614

615 Tabela 2 – Composição centesimal de hambúrgueres elaborados com a redução de
616 gordura e adição de frutooligossacarídeos (FOS).

	T1	T2	T3	T4
Umidade (%)	72,33±0,57b	74,77±0,18a	73,56±1,98ab	69,83±2,00c
Lipídios (%)	6,41±0,75a	3,73±0,32b	4,38±0,91b	4,66±1,29b
Proteínas (%)	13,75±3,04b	20,30±2,49a	17,09±2,44ab	16,32±2,99ab
Cinzas (%)	1,81±1,08a	0,67±0,85a	1,48±0,15a	1,63±0,53a

617 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
618 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Médias seguidas por
619 letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste SNK ($p < 0,05$).

620

621

622 Tabela 3 – pH, atividade de água (Aa) e TBARS (mg de MDA/ kg de hambúrguer) e
 623 qualidade de cozimento de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e adição
 624 de frutooligossacarídeos (FOS).

	T1	T2	T3	T4
pH	5,93±0,09a	6,01±0,38a	5,95±0,08a	6,00±0,11a
Aa	0,98±0,003a	0,98±0,001a	0,98±0,004a	0,98±0,002a
TBARS	0,16±0,02c	0,20±0,01c	0,24±0,03b	0,36±0,05a
Qualidade de cozimento				
RC (%)	82,95±3,56b	80,70±4,76b	80,70±5,20b	90,76±4,24a
PC (%)	17,05±3,56a	19,30±4,76a	19,30±5,20a	9,24±4,24b
RD (%)	10,53±7,49a	14,98±5,45a	13,14±5,70a	14,05±5,81a

625 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
 626 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Médias seguidas por
 627 letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05). RC: rendimento da cocção; PC:
 628 perdas na cocção; RD: redução do diâmetro.
 629

630
 631 Tabela 4 – Componentes de cor (L*, a* e b*) de hambúrgueres elaborados com redução
 632 de gordura e adição de frutooligossacarídeos (FOS).

	T1	T2	T3	T4
Antes da cocção				
L*	44,23±2,97a	41,26±0,80a	42,20±3,76a	39,28±2,89a
a*	9,79±0,43b	10,41±1,79b	12,08±1,19a	9,63±1,01b
b*	13,91±1,85a	13,03±1,85a	14,46±2,21a	11,57±1,74a
Após a cocção				
L*	52,70±2,46a	52,61±1,08a	49,42±2,39ab	48,48±2,43b
a*	3,24±0,41a	3,54±0,46a	3,80±0,97a	3,91±0,50a
b*	14,96±2,76a	14,46±1,42a	16,79±2,93a	16,87±1,72a

633 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
 634 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Médias seguidas por
 635 letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05).
 636

637

638

639 Tabela 5 – Atributos sensoriais de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e
 640 adição de frutooligossacarídeos (FOS).

	T1	T2	T3	T4
Cor	7,62±1,24a	7,57±1,32a	7,63±1,31a	7,53±1,26a
Aparência	7,67±1,07a	7,60±1,38a	7,55±1,32a	7,55±1,28a
Aroma	7,78±1,14a	7,47±1,36a	7,52±1,21a	7,35±1,27a
Sabor	8,18±1,07a	7,73±1,29ab	7,50±1,27b	7,38±1,46b
Textura	7,88±1,01a	7,58±1,29a	7,55±1,19a	7,43±1,36a
Impressão global	8,05±0,91a	7,73±1,16ab	7,60±1,15ab	7,43±1,52b

641 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
 642 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Médias seguidas por
 643 letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Friedman ($p < 0,05$).
 644

FIGURAS

646 Figura 1 – Regiões acima do ideal, ideal e abaixo do ideal para o gosto salgado (A) e
 647 suculência (B) de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e adição de
 648 frutooligossacarídeos (FOS).

649

650

651

652

653

654

655

656

657

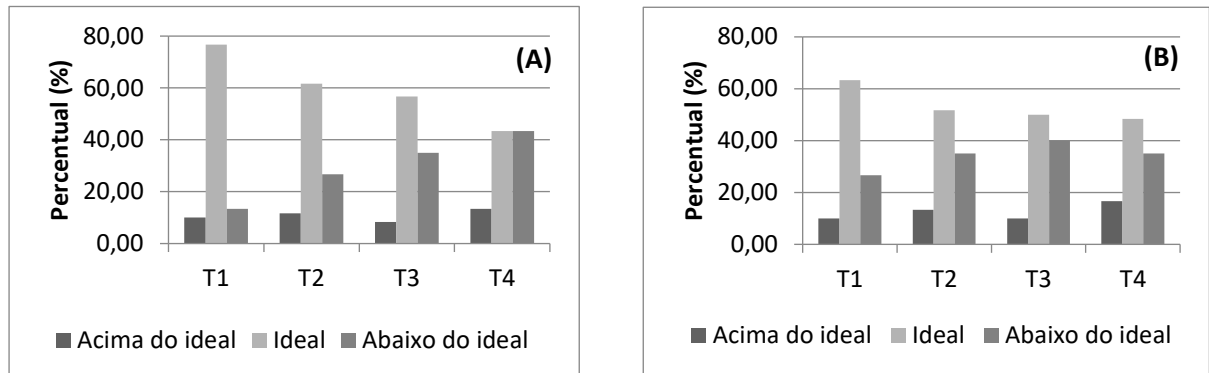
658

659

660

661

662



663 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
 664 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Acima do ideal (valores
 665 de +1 a +4), ideal (0), abaixo do ideal (valores de -1 a -4).

666

667

668 Figura 2 – Intenção de compra de hambúrgueres elaborados com redução de gordura e
 669 adição de frutooligossacarídeos (FOS).

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

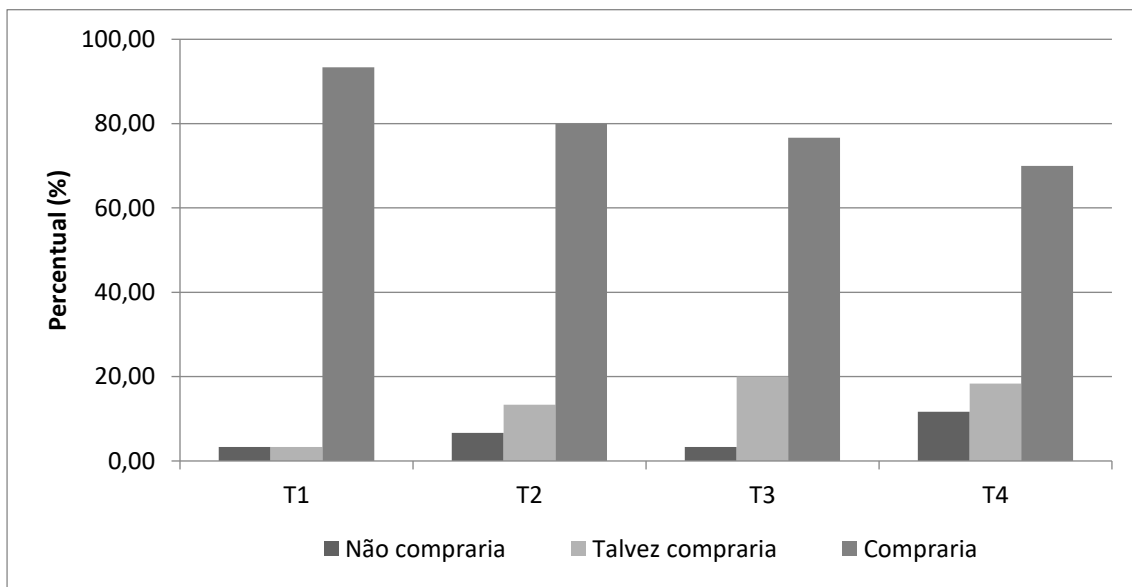
685

686

687

688

689



690 T1 – controle (sem redução de gordura); T2 – com redução de 50% de gordura; T3 com redução de 50%
 691 de gordura + 5% de FOS; T4 – com redução de 50% de gordura + 10% de FOS. Não compraria (valores
 692 1 e 2), talvez compraria (3), compraria (valores 4 e 5).

693

ANEXO

ANEXO 1 – NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA FOOD RESEARCH INTERNATIONAL

PREPARATION

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Experimental

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis. Authors are encouraged to read the helpful notes on statistics applied in the planning of experiments and assessment of results in the field of food science and technology. The more important univariate and bivariate parametric and non-parametric methods, their advantages and disadvantages are presented in "Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology by Granato (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005723>).

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A graphical abstract is mandatory for this journal. It should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view Example Graphical Abstracts on our information site. Authors can make use of Elsevier's Illustration Services to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view example Highlights on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide at least 6 keywords (maximum allowed: 12 keywords), using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. Keywords must be different from title to enhance searchability and findability. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa]. It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables must be placed on separate page(s) at the end of the manuscript. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link: <http://open.mendeley.com/use-citation-style/food-research-international>
When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered online or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Reference to a website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). *Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions*. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to a conference paper or poster presentation:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions here to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project. Below are a number of ways in which you can associate data with your article or

make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the research data page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described. There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the database linking page. For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect. In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online. For more information, visit the Mendeley Data for journals page.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.